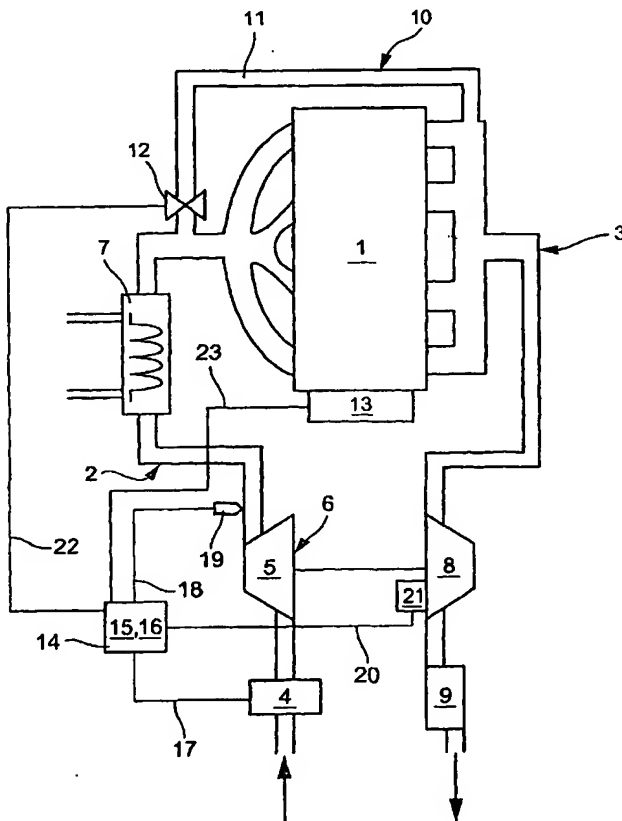


10/524580
AU DU GEBIET DES

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807 808 809 810 811 812 813 814 815 816 817 818 819 820 821 822 823 824 825 826 827 828 829 830 831 832 833 834 835 836 837 838 839 840 841 842 843 844 845 846 847 848 849 850 851 852 853 854 855 856 857 858 859 860 861 862 863 864 865 866 867 868 869 870 871 872 873 874 875 876 877 878 879 880 881 882 883 884 885 886 887 888 889 890 891 892 893 894 895 896 897 898 899 900 901 902 903 904 905 906 907 908 909 910 911 912 913 914 915 916 917 918 919 920 921 922 923 924 925 926 927 928 929 930 931 932 933 934 935 936 937 938 939 940 941 942 943 944 945 946 947 948 949 950 951 952 953 954 955 956 957 958 959 960 961 962 963 964 965 966 967 968 969 970 971 972 973 974 975 976 977 978 979 980 981 982 983 984 985 986 987 988 989 990 991 992 993 994 995 996 997 998 999 1000 1001 1002 1003 1004 1005 1006 1007 1008 1009 1010 1011 1012 1013 1014 1015 1016 1017 1018 1019 1020 1021 1022 1023 1024 1025 1026 1027 1028 1029 1030 1031 1032 1033 1034 1035 1036 1037 1038 1039 1040 1

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/022956 A1

- [Fortsetzung auf der nächsten Seite]*



WO 2004/022956 A1



Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Betriebsverfahren für einen Verdichter

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Verdichters im Ansaugtrakt einer Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

Bei einem Verdichter, insbesondere bei einem als Strömungsmaschine arbeitenden Verdichter, z.B. Abgasturbolader, ist der sinnvoll nutzbare Betriebsbereich bei kleinen Massen- bzw. Volumenströmen durch das sogenannte „Verdichterpumpen“ begrenzt, bei dem im Verdichter eine Ablösung und Rückströmung der Luftströmung stattfindet. Mit dem Verdichterpumpen gehen ein Abfall des Ladedrucks sowie eine unerwünschte Geräuschentwicklung einher. Insbesondere bei einer Anwendung des Verdichters im Ansaugtrakt einer Brennkraftmaschine soll das Verdichterpumpen vermieden werden.

Aus der DE 100 07 669 A1 ist ein Betriebsverfahren der eingangs genannten Art bekannt, bei dem eine das Verhalten des Verdichters beschreibende Zustandsgröße überwacht und für den Fall regelnd eingegriffen wird, dass die Zustandsgröße wenigstens einen vorgegebenen oder vorgebbaren Grenzwert überschreitet oder unterschreitet. Durch diese Maßnahmen kann der Verdichter in einem stabilen Arbeitsbereich knapp neben einer Pumpgrenze betrieben werden. Als zu betrachtende Zustandsgröße können dabei Druck oder Temperatur sowohl stromauf als auch stromab des Verdichters ermittelt werden; alternativ dazu ist auch eine Betrachtung des Verdichtermassenstroms bzw.

Verdichtervolumenstroms möglich. Für eine Einrichtung, die das bekannte Verfahren ausführen kann, wird für die Überwachung der Zustandsgröße eine geeignete Messeinrichtung vorgeschlagen.

Aus der DE 36 23 696 A1 ist ein Verdichter mit Einrichtungen zur Verhinderung des Pumpens bekannt, bei dem Messsensoren an Sollablösestellen angebracht sind, die im Hinblick auf eine Strömungsablösung besonders gefährdet und/oder geformt sind. Diese Sollablösestellen können in Form von ganz oder teilweise stärker angestellten oder gewölbten Leitschaufeln oder Wandausbeulungen ausgebildet sein. Dadurch soll bei Annäherung des Verdichterbetriebs an die Pumpgrenze die Strömungsgrenzschicht zuerst an den Sollablösestellen abreißen. Dies kann durch die dort angeordneten Messsensoren erfaßt werden. Eine entsprechende Regeleinrichtung kann dann geeignete Gegenmaßnahmen ergreifen, bevor die Grenzschichtablösung an der gesamten Verdichterstufe auftritt. Das Verdichterpumpen kann somit vermieden werden. Die Ausbildung von Sollablösestellen im Verdichter ist mit einem erhöhten Aufwand verbunden, der zwar bei einem Verdichter eines Flugzeugtriebwerkes vertretbar sein mag, jedoch für einen im Ansaugtrakt einer Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, angeordneten Verdichter nicht in Frage kommt.

Aus der DE 36 05 958 A1 ist eine Vorrichtung zum Erfassen und Beheben von Ablöseschwingungen an Verdichterschaufeln bekannt. Um mit einfachen Mitteln den Beginn des Verdichterpumpens genau erfassen und rechtzeitig Gegenmaßnahmen einleiten zu können, wird dort als Sensor zur Feststellung des zum Verdichterpumpen führenden Betriebszustands des Verdichters ein in den Förderkanal eingesetzter, körperschallisoliert an einer Kanalwand befestigter Schalldruckaufnehmer verwendet. Dieser Schalldruckaufnehmer besteht vorzugsweise aus einem Mikrophon, das zur Aufnahme von akustischen Frequenzen im Förderfluid im Bereich von etwa 0,1 Hz bis 1.000 Hz bei Schalldruckpegeln von 80 dB bis etwa 160 dB geeignet ist. Der

Schalldruckaufnehmer bzw. das Mikrophon ist an einen Schalldiskriminator angeschlossen, der einen drehzahlgeregelten Antriebsmotor des Verdichters oder ein Bypass-Ventil für den vom Verdichter geförderten Massenstrom steuert. Die Anbringung der verwendeten Schalldruckaufnehmer an geeigneten Stellen innerhalb des Verdichters erfordert auch hier einen erhöhten Aufwand, der bei teuren Anlagen kaum ins Gewicht fällt. Die bekannte Vorrichtung ist daher in einen Verdichter einer Kraftwerksanlage integriert. Für eine Anwendung in einem Verdichter, der zur Aufladung einer Brennkraftmaschine in deren Ansaugtrakt angeordnet wird, erscheint die bekannte Vorrichtung zu aufwendig.

Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich mit dem Problem, für einen Verdichter einen verbesserten Weg zur Vermeidung des Verdichterpumpens aufzuzeigen.

Erfindungsgemäß wird dieses Problem durch die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Die Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, das Verhalten des Verdichters mittels eines Ausgangssignals eines Luftströmungssensors zu überwachen, der im Ansaugtrakt der Brennkraftmaschine ohnehin vorhanden ist und zum ordnungsgemäßen Betrieb der Brennkraftmaschine benötigt wird. Mit anderen Worten, die Erfindung greift auf einen bereits vorhandenen Luftströmungssensor bzw. auf dessen Ausgangssignal zu, um das Verdichterverhalten zu überwachen. Die Erfindung nutzt dabei die Erkenntnis, dass das Ausgangssignal des Luftströmungssensors mit dem Luftmassenstrom bzw. mit dem Luftvolumenstrom im Verdichter korreliert und somit eine das Verhalten des Verdichters beschreibende Zustandsgröße bildet. Da der Luftströmungssensor, in der Regel ein Luftmassenmesser in Form eines Heißfilmmessers, im Ansaugtrakt der Brennkraftmaschine ohnehin vorhanden ist, fallen bei der Integration der Erfindung kaum zusätzliche Kosten an, da lediglich das Aus-

gangssignal des Luftströmungssensors an einer geeigneten Stelle abgegriffen werden muss. Die erfindungsgemäße Lösung ist daher besonders preiswert.

Es hat sich gezeigt, dass das Ausgangssignal des Luftströmungssensors ein charakteristisches Oszillationsverhalten zeigt, sobald Instabilitäten bei der Durchströmung des Verdichters auftreten. Beruhend auf dieser Erkenntnis werden bei einer bevorzugten Ausführungsform die Frequenz und/oder Amplitude des Ausgangssignals überwacht.

Bei einer Weiterbildung erfolgt beim Überschreiten einer ersten Grenzamplitude ein anderer Eingriff als beim Überschreiten einer zweiten Grenzamplitude, die größer ist als die erste Grenzamplitude. Diese Weiterbildung beruht auf der Erkenntnis, dass ein Vorstadium des Verdichterpumpens, nämlich das sogenannte Verdichterkreischen, ebenfalls durch Schwingungen im Ausgangssignal erkennbar ist, deren Amplitude jedoch geringer ist als bei den Schwingungen, die beim Verdichterpumpen auftreten. Da sich das Verdichterkreischen im Unterschied zum Verdichterpumpen nicht oder nur unwesentlich negativ auf den Ladedruck auswirkt, sondern lediglich eine unangenehme Geräuscentwicklung verursacht, sind beim Verdichterkreischen andere Gegenmaßnahmen zweckmäßig als beim Verdichterpumpen.

Zur Vermeidung des Verdichterpumpens bzw. des Verdichterkreischens kann das Betriebsverhalten des Verdichters zweckmäßig dadurch stabilisiert werden, dass beim Überschreiten des jeweiligen Grenzwerts in einen Regelkreis des Verdichters eingegriffen wird, derart, dass z.B. ein Soll-Ladedruck reduziert wird. Diese Maßnahme besteht durch ihre Einfachheit, da der an sich vorhandene Regelkreis des Verdichters unverändert genutzt werden kann. Die Veränderung des Sollwerts führt dann automatisch zu einer entsprechenden Änderung der vom Verdichter-Regelkreis beeinflussten Regelgrößen. Beispielsweise besitzt ein Abgasturbolader an seiner Turbine eine ein-

stellbare Turbinenleitschaufelgeometrie, die in Abhängigkeit des geforderten Ladedrucks vom Regelkreis eingestellt wird. Durch die vorgeschlagene Beeinflussung des Soll-Ladedrucks ergibt sich dann über den Regelkreis automatisch eine geeignete Ansteuerung der Turbinenleitschaufeln.

Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den Zeichnungen dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder funktional gleiche oder ähnliche Bauteile beziehen.

Es zeigen, jeweils schematisch,

Fig. 1 eine schaltplanartige Prinzipdarstellung eines Verdichters im Ansaugtrakt einer Brennkraftmaschine,

Fig. 2 ein stark vereinfachtes Blockschaltbild einer Steuerung zur Beeinflussung des Verdichterverhaltens.

Entsprechend Fig. 1 weist eine Brennkraftmaschine 1, z.B. ein Dieselmotor oder ein Benzinmotor, insbesondere eines Kraftfahrzeuges, einen Ansaugtrakt 2 zur Frischluftzuführung und einen Abgastrakt 3 zur Abgasabführung auf. Im Ansaugtrakt 2 sind hintereinander ein Luftströmungssensor 4, ein Verdichter 5 eines Abgasturboladers 6 sowie ein Ladeluftkühler 7 ange-

ordnet. Im Abgastrakt 3 ist eine Turbine 8 des Abgasturboladers 6 angeordnet, der ein Schalldämpfer 9 nachgeordnet ist. Des Weiteren umfasst die Brennkraftmaschine 1 eine Abgasrückführungseinrichtung 10 (AGR-Einrichtung 10), die über eine Abgasrückführungsleitung 11 (AGR-Leitung 11) Verbrennungsabgase vom Abgastrakt 3 in den Ansaugtrakt 2 rückführt und dort stromab des Ladeluftkühlers 7 einleitet. Zum Einstellen der Abgasrückführungsrate (AGR-Rate) ist in der AGR-Leitung 11 ein Abgasrückführungsventil 12 (AGR-Ventil 12) angeordnet. Außerdem weist die Brennkraftmaschine 1 eine Einspritzeinrichtung 13 auf, die zur Einstellung der eingespritzten Kraftstoffmenge dient.

Ein Steuergerät 14 enthält eine Verdichtersteuereinheit 15, die z.B. eine Ladedruckregelung beinhalten kann, und/oder eine Motorsteuereinheit 16. Zweckmäßigerweise ist die Verdichtersteuereinheit 15 in die ohnehin vorhandene Motorsteuereinheit 16 hardwaremäßig integriert bzw. softwaremäßig implementiert. Dementsprechend können beide Steuereinheiten 15, 16 im selben Steuergerät 14 untergebracht sein.

Das Steuergerät 14 ist über eine erste Signalleitung 17 mit dem Luftströmungssensor 4 verbunden, so dass die vom Luftströmungssensor 4 generierten Ausgangssignale dem Steuergerät 14 zur Verfügung stehen. Über eine zweite Signalleitung 18 ist das Steuergerät 14 mit einem Drucksensor 19 verbunden, der stromab des Verdichters 5 den Ladedruck P2 im Ansaugtrakt 2 mißt. Dementsprechend steht dem Steuergerät 14 auch ein Signalwert für den Ladedruck P2 zur Verfügung. Über eine erste Steuerleitung 20 ist das Steuergerät 14 mit einer Leitschaufelstelleinrichtung 21 der Turbine 8 verbunden, mit deren Hilfe die nicht gezeigten Leitschaufeln der Turbine 8 hinsichtlich ihrer Anstellung gegenüber der Zuströmung verstellbar sind. Über eine zweite Steuerleitung 22 ist das Steuergerät mit dem AGR-Ventil 12 verbunden. Eine dritte Steuerleitung 23 verbindet das Steuergerät 14 mit der Einspritzeinrichtung 13.

Entsprechend Fig. 2 umfasst die Verdichtersteuereinheit 15 zusätzlich eine Auswerteeinheit 24 und eine Korrektureinheit 25, was durch eine geschweifte Klammer symbolisiert ist. Die Auswerteeinheit 24 erhält eingangsseitig verschiedene Signale, die mit unterschiedlichen Parametern bzw. Zustandsgrößen korrelieren. Eines der eingehenden Signale stammt vom Luftströmungssensor 4, das im folgenden auch als HFM-Signal oder Ausgangssignal bezeichnet wird, da es sich beim Luftströmungssensor 4 vorzugsweise um einen sogenannten Heißfilmmesser handelt, der ein mit dem Luftmassenstrom und/oder Luftvolumenstrom im Ansaugtrakt korrelierendes Ausgangssignal (HFM-Signal) liefert. Dieses Ausgangssignal des Luftströmungssensors 4 wird dem Steuergerät 14 über die erste Signalleitung 17 zugeführt, wodurch es der Verdichtereinheit 15 und somit der Auswerteeinheit 24 zur Verfügung steht. Weitere der Auswerteeinheit 24 zugeführte Signale können beispielsweise sein: eine Drehzahl n der Brennkraftmaschine 1, ein Druckverhältnis $P2/P1$ zwischen Ladedruck $P2$ stromab des Verdichters 5 und Saugdruck $P1$ stromauf des Verdichters 5 sowie eine Einspritzmenge MI , mit welcher die Einspritzeinrichtung 13 die Brennkraftmaschine 1 momentan versorgt. Die Drehzahl n liegt dem Steuergerät 14 bzw. der Motorsteuereinrichtung 16 ohnehin vor, ebenso die Einspritzmenge MI . Das Druckverhältnis $P2/P1$ wird mit Hilfe des $P2$ -Drucksensors 19 sowie eines nicht gezeigten $P1$ -Drucksensors ermittelt, der stromauf des Verdichters 5 an den Ansaugtrakt 2 angeschlossen ist. In Abhängigkeit der eingehenden Signale generiert die Auswerteeinheit 24 wenigstens ein ausgehendes Signal, das an die Korrektureinheit 25 weitergeleitet wird.

In der Korrektureinheit 25 werden in Abhängigkeit weiterer Parameter, wie z.B. Amplitude A , Haltezeit t_h und Abklinkverhalten z.B. entsprechend einem DT1-Übertragungsglied des jeweils verwendeten Regelglieds, Korrektursignale erzeugt, die bei einem Knoten 26 in einen Regelkreis 27 zur Regelung des Verdichters 51 eingeschleift werden. Vorzugsweise beeinflusst

die Verdichtereinheit 15 den Sollladedruck P2-Soll und/oder das zur Betätigung der Leitschaufelstelleinrichtung 21 benötigte Tastverhältnis TV-ATL des Turboladers 6 und/oder das zur Ansteuerung des AGR-Ventils 12 benötigte Tastverhältnis TV-AGR des AGR-Ventils 12. Im Knoten 26 erfolgt die Verknüpfung der eingehenden Steuergrößen mit den Korrekturgrößen der Korrekturereinheit 25, wodurch entsprechende korrigierte Steuerwerte gebildet werden: TV-AGR_Korr, TV-ATL_Korr und P2-Soll_Korr.

Die jeweiligen Korrekturgrößen können in der Korrekturereinheit 25 parameterabhängig berechnet oder anhand von gespeicherten Kennfeldern ermittelt werden.

Erfindungsgemäß wird der Verdichter 5 vorzugsweise wie folgt betrieben:

Im Betrieb der Brennkraftmaschine 1 wird der Abgasturbolader 6 in Abhängigkeit der Betriebszustände der Brennkraftmaschine 1 betrieben. Je mehr Leistung die Brennkraftmaschine 1 abgeben muss, desto höher ist der einzustellende Ladedruck P2. Der Ladedruck P2 kann z.B. mit Hilfe der Leitschaufelstelleinrichtung 21 beeinflusst werden. Durch ein Schließen der Leitschaufeln wird der Staudruck stromauf der Turbine 8 erhöht, wodurch deren Antriebsleistung zunimmt, was zu einer Erhöhung des Ladedrucks P2 führt. Beim Öffnen der Leitschaufeln sinkt der Staudruck, so dass die abnehmende Turbinenleistung den Ladedruck P2 reduziert.

Insbesondere bei relativ kleinen Drehzahlen der Brennkraftmaschine 1 kann bei zunehmendem Ladedruck P2 die Luftströmung im Verdichter 5 instabil werden. Dieser Zustand wird als Verdichterkreischen bezeichnet und ist eine Vorstufe des Verdichterpumpens, bei dem die Luftströmung im Verdichter ablöst und rückströmt.

Die Erfindung nutzt nun die Erkenntnis, dass das HFM-Signal, also das Ausgangssignal des Luftströmungssensors 4 mit dem Strömungsverhalten der Luftströmung im Verdichter 5 zumindest soweit korreliert, dass daran erkennbar ist, ob ein Verdichterkreischen und/oder ein Verdichterpumpen vorliegt oder nicht. Während das HFM-Signal bei einer stabilen Durchströmung des Verdichters 5 quasi einen kontinuierlichen Verlauf zeigt, entsteht bei Auftreten des Verdichterkreischens ein oszillierendes Signal, das durch Frequenz und Amplitude charakterisiert werden kann. Beim Übergang zum Verdichterpumpen steigt insbesondere die Amplitude des oszillierenden Ausgangssignals deutlich an.

Entsprechend der vorliegenden Erfindung überwacht die Verdichtersteuereinheit 15 den Verlauf des Ausgangssignals des Luftströmungssensors 4. Das Ausgangssignal des Luftströmungssensors 4 wird von der Motorsteuereinheit 16 ohnehin zum Betrieb der Brennkraftmaschine 1 benötigt und liegt daher im Steuergerät 14 vor. Sobald dieses HFM-Signal bzw. Ausgangssignal eine vorbestimmte Grenzamplitude und/oder eine vorbestimmte Grenzfrequenz übersteigt, geht die Verdichtersteuereinheit 15 davon aus, dass ein Verdichterpumpen bzw. ein Verdichterkreischen beginnt. Zweckmäßig startet die Verdichtersteuereinrichtung 15 dann unverzüglich geeignete Gegenmaßnahmen.

Bei einer zweckmäßigen Weiterbildung leitet die Verdichtersteuereinheit 15 beim Verdichterkreischen andere Gegenmaßnahmen ein als beim Verdichterpumpen. Diese Ausführungsform beruht auf der Erkenntnis, dass im Unterschied zum Verdichterpumpen beim Verdichterkreischen kein oder nur ein geringer Ladedruckabfall entsteht. Dementsprechend kann beim Verdichterkreischen durch geeignete Gegenmaßnahmen gezielt die störende Geräuschentwicklung bekämpft werden, möglichst ohne den Ladedruck P2 zu senken. Im Unterschied dazu soll mit Hilfe der zur Vermeidung bzw. zur Reduzierung des Verdichterpumpens

durchgeführten Gegenmaßnahmen der Ladedruck P2 gesenkt werden, um die Strömung zu stabilisieren.

Die Ladedruckabsenkung erfolgt beispielsweise dadurch, dass die Verdichtersteuereinheit 15 in den durch den Ladedruck P2 geführten Regelkreis des Verdichters 5 eingreift und dort den einzustellenden Soll-Ladedruck reduziert. Diese Sollwertkorrektur führt dann automatisch zu den geeigneten ladedrucksenkenden Maßnahmen. Beispielsweise wird über den Verdichter-Regelkreis die Leitschaufelstelleinrichtung 21 der Turbine 8 angesteuert. Bei reduziertem Soll-Ladedruck wird die Leitschaufelstelleinrichtung 21 vom Verdichterregelkreis in entsprechender Weise zum Öffnen der Leitschaufeln angesteuert.

Alternativ oder zusätzlich kann die Verdichtersteuereinheit 15 auch direkt die Leitschaufelstelleinrichtung 21 zum Öffnen der Leitschaufeln der Turbine 8 ansteuern. Üblicherweise wird die Leitschaufelstelleinrichtung 21 mit Hilfe eines pulsweitenmodulierten Signals angesteuert. Das Takt- bzw. Tastverhältnis dieses Signals kann zwischen 0 % und 100 % oder in einem anderen Prozent-Intervall variiert werden, wobei die Intervallgrenzen die Extremstellungen (maximal geöffnet bzw. maximal geschlossen) der Leitschaufeln einstellen. Zur Absenkung des Ladedrucks P2 kann somit das Tastverhältnis der Leitschaufelstelleinrichtung 21 so verändert werden, dass sich der Staudruck stromauf der Turbine 8 reduziert, mit der Folge, dass über die reduzierte Turbinenleistung auch die Verdichterleistung und somit der erzielbare Ladedruck P2 abnehmen.

Zusätzlich oder alternativ kann die Verdichtersteuereinheit 15 zur Absenkung des Ladedrucks P2 durch eine entsprechende Variation des entsprechenden Tastverhältnisses das AGR-Ventil 12 zum Öffnen ansteuern. Durch den zunehmenden Öffnungsgrad des AGR-Ventils 12 kann mehr Abgas vom Abgastrakt 3 stromauf der Turbine 8 in den Ansaugtrakt 2 gelangen, wodurch der Staudruck stromauf der Turbine 8 abfällt. In der Konsequenz

sinken dann die Turbinenleistung, die Verdichterleistung und der Ladedruck P2.

Eine weitere Maßnahme, die zusätzlich oder alternativ von der Verdichtersteuereinheit 15 veranlasst werden kann, wird darin gesehen, die Einspritzeinrichtung 13 zur Reduzierung der Einspritzmenge MI anzusteuern. Durch eine reduzierte Einspritzmenge wird der Druck im Abgas und somit der Staudruck stromauf der Turbine 8 gesenkt, was wiederum zu einer Absenkung des Ladedrucks P2 führt.

Die genannten Gegenmaßnahmen sind zweckmäßig relativ kurzzeitig wirksam, um die Rückwirkung auf den Betrieb der Brennkraftmaschine 1 möglichst klein zu halten.

Obwohl das dargestellte Ausführungsbeispiel den Verdichter 5 als Bestandteile eines Abgasturboladers 3 zeigt, ist die vorliegende Erfindung nicht auf einen solchen Verdichter beschränkt, sondern ist auch bei anderen Verdichtern, bei denen ein Pumpen bzw. Kreischen auftreten kann, nutzbar.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Verdichters (5) im Ansaugtrakt (2) einer Brennkraftmaschine (1), insbesondere eines Kraftfahrzeugs, bei dem eine das Verhalten des Verdichters (5) beschreibende Zustandsgröße überwacht und für den Fall regelnd und/oder steuernd eingegriffen wird, dass die Zustandsgröße wenigstens einen vorgegebenen oder vorgebbaren Grenzwert überschreitet oder unterschreitet, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass als Zustandsgröße ein für die Regelung und/oder Steuerung der Brennkraftmaschine (1) erzeugtes Ausgangssignal eines im Ansaugtrakt (2) angeordneten Luftströmungssensors (4) verwendet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die Frequenz und/oder die Amplitude des Ausgangssignals überwacht wird/werden.
3. Verfahren nach Anspruch 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass beim Überschreiten einer ersten Grenzamplitude anders eingegriffen wird als beim Überschreiten einer zweiten Grenzamplitude, die größer ist als die erste Grenzamplitude.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass beim Überschreiten des Grenzwerts in einen Regelkreis des Verdichters (5) eingegriffen wird, derart, dass ein Soll-Ladedruck reduziert wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass beim Überschreiten des Grenzwerts ein Abgasrückführungsventil (12) einer Abgasrückführungseinrichtung (10) der Brennkraftmaschine (1) zum Öffnen angesteuert wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Verdichter (5) einen Bestandteil eines Abgasturboladers (6) bildet.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Verdichter (5) einen Bestandteil eines Abgasturboladers (6) bildet und dass beim Überschreiten des Grenzwerts eine Leitschaufelstelleinrichtung (21) einer Turbine (8) des Abgasturboladers (6) zum Öffnen der Leitschaufeln angesteuert wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass beim Überschreiten des Grenzwerts die Einspritzmenge der Brennkraftmaschine (1) reduziert wird.
9. Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs,
 - mit einem Ansaugtrakt (2), in dem ein Verdichter (5) zur Erzeugung von Ladeluft und ein Luftströmungssensor (4) zur Ermittlung eines mit der Ansaugluftströmung korrelierenden Ausgangssignals angeordnet sind,
 - mit einer Motorsteuereinheit (16), die mit dem Luftströmungssensor (4) kommuniziert und zum Steuern und/oder Regeln der Brennkraftmaschine (1) das Ausgangssignal heranzieht,

- mit einer Verdichtersteuereinheit (15), die in Abhängigkeit einer das Verhalten des Verdichters (5) beschreibenden Zustandsgröße den Verdichter (5) regelt und/oder steuert,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Verdichtersteuereinheit (15) mit dem Luftströmungssensor (4) kommuniziert und zum Steuern und/oder Regeln des Verdichters (5) als Zustandsgröße das Ausgangssignal des Luftströmungssensors (4) verwendet.

1/2

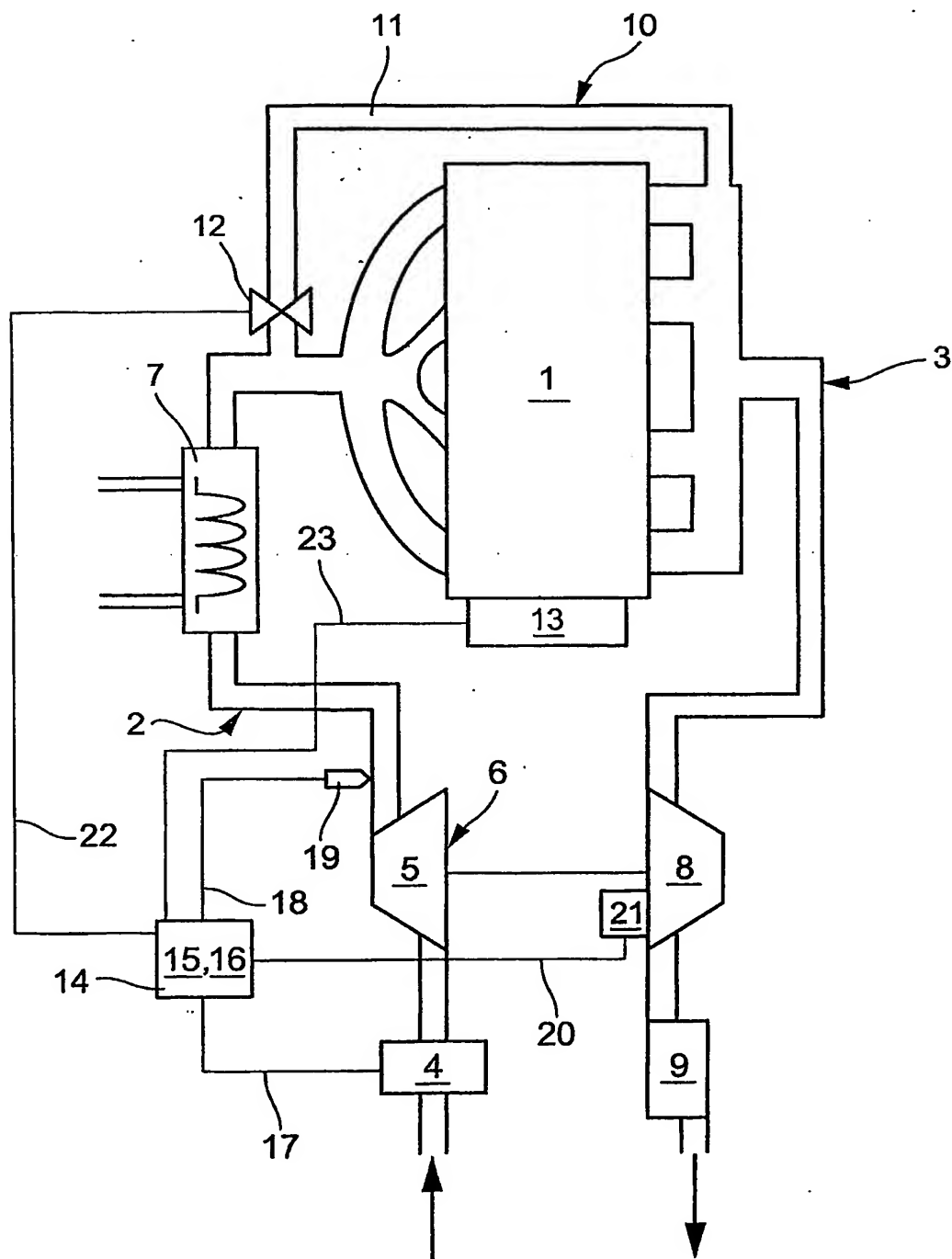


Fig. 1

2/2

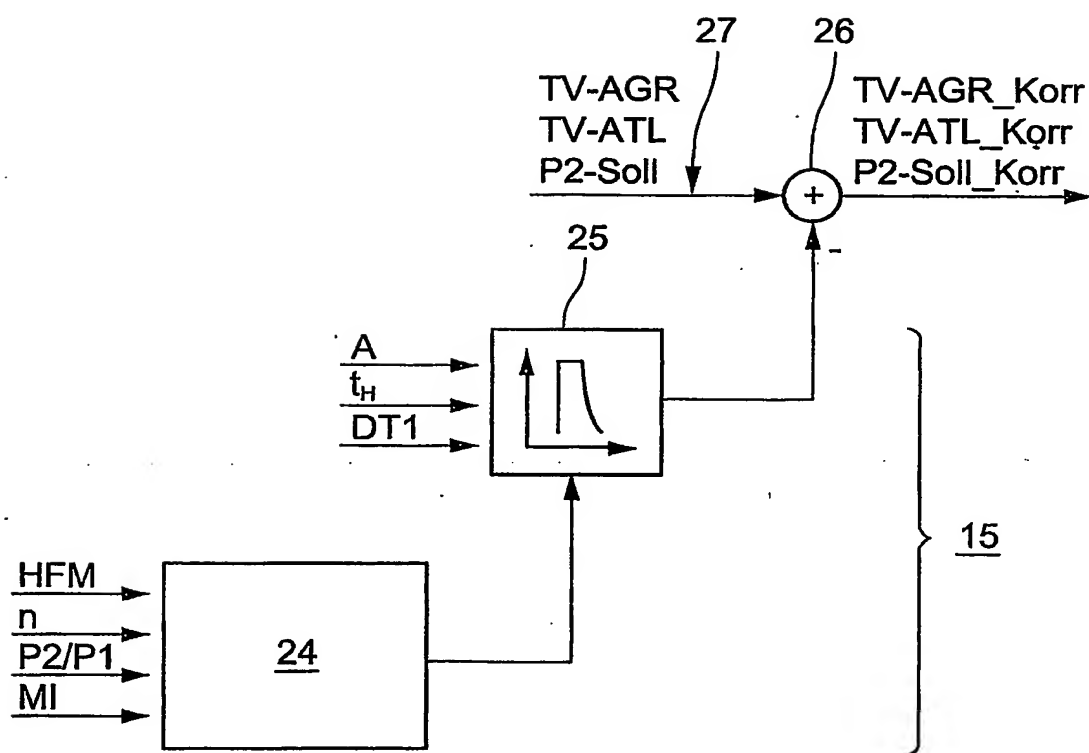


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/EP 03/08278

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F02D41/18 F02B37/24 F02D41/22

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F02D F04D F02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 298 718 B1 (WANG YUE YUN) 9 October 2001 (2001-10-09)	1-3, 8, 9
Y	column 9, line 28 - column 10, line 64 figures 1, 8	4-7
Y	DE 100 07 669 A (DAIMLER CHRYSLER AG) 30 August 2001 (2001-08-30) cited in the application column 2, line 32 - column 3, line 3 column 4, line 19 - column 5, line 65	4-7
P, X	EP 1 323 927 A (DELPHI TECH INC) 2 July 2003 (2003-07-02) paragraphs '0034!-'0048!	1, 2, 4, 9
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 December 2003

Date of mailing of the international search report

12/01/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Röttger, K

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/EP 03/08278

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 28 23 255 A (BOSCH GMBH ROBERT) 6 December 1979 (1979-12-06) page 8 page 14, line 12 -page 15, line 23 ----	1,2,9
A	DE 100 62 184 C (BOSCH GMBH ROBERT) 4 July 2002 (2002-07-04) figure 3 column 4, line 58 -column 5, line 5 ----	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2002, no. 02, 2 April 2002 (2002-04-02) & JP 2001 280144 A (SUZUKI MOTOR CORP), 10 October 2001 (2001-10-10) abstract ----	1,2,9
A	US 3 963 367 A (STALKER ROBERT W ET AL) 15 June 1976 (1976-06-15) abstract ----	1,2,9
A	DE 36 05 958 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 3 September 1987 (1987-09-03) cited in the application the whole document -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/08278

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6298718	B1	09-10-2001	NONE
DE 10007669	A	30-08-2001	DE 10007669 A1 30-08-2001
EP 1323927	A	02-07-2003	LU 90868 A1 23-07-2003 EP 1323927 A1 02-07-2003
DE 2823255	A	06-12-1979	DE 2823255 A1 06-12-1979 JP 1422158 C 29-01-1988 JP 54155310 A 07-12-1979 JP 62030285 B 01-07-1987 US 4392352 A 12-07-1983
DE 10062184	C	04-07-2002	DE 10062184 C1 04-07-2002 WO 0248520 A1 20-06-2002 EP 1346137 A1 24-09-2003 US 2003000212 A1 02-01-2003
JP 2001280144	A	10-10-2001	NONE
US 3963367	A	15-06-1976	NONE
DE 3605958	A	03-09-1987	DE 3605958 A1 03-09-1987

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/08278

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F02D41/18 F02B37/24 F02D41/22

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 F02D F04D F02B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 6 298 718 B1 (WANG YUE YUN) 9. Oktober 2001 (2001-10-09)	1-3,8,9
Y	Spalte 9, Zeile 28 -Spalte 10, Zeile 64 Abbildungen 1,8	4-7
Y	DE 100 07 669 A (DAIMLER CHRYSLER AG) 30. August 2001 (2001-08-30) in der Anmeldung erwähnt Spalte 2, Zeile 32 -Spalte 3, Zeile 3 Spalte 4, Zeile 19 -Spalte 5, Zeile 65	4-7
P,X	EP 1 323 927 A (DELPHI TECH INC) 2. Juli 2003 (2003-07-02) Absätze '0034!-'0048! -/-	1,2,4,9

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

g Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

18. Dezember 2003

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

12/01/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Röttger, K

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internes Aktenzeichen

PCT/EP 03/08278

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 28 23 255 A (BOSCH GMBH ROBERT) 6. Dezember 1979 (1979-12-06) Seite 8 Seite 14, Zeile 12 -Seite 15, Zeile 23 ----	1,2,9
A	DE 100 62 184 C (BOSCH GMBH ROBERT) 4. Juli 2002 (2002-07-04) Abbildung 3 Spalte 4, Zeile 58 -Spalte 5, Zeile 5 ----	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2002, no. 02, 2. April 2002 (2002-04-02) & JP 2001 280144 A (SUZUKI MOTOR CORP), 10. Oktober 2001 (2001-10-10) Zusammenfassung ----	1,2,9
A	US 3 963 367 A (STALKER ROBERT W ET AL) 15. Juni 1976 (1976-06-15) Zusammenfassung ----	1,2,9
A	DE 36 05 958 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 3. September 1987 (1987-09-03) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internat. Pat. Kennzeichen
PCT/EP 03/08278

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6298718	B1	09-10-2001	KEINE
DE 10007669	A	30-08-2001	DE 10007669 A1 30-08-2001
EP 1323927	A	02-07-2003	LU 90868 A1 23-07-2003 EP 1323927 A1 02-07-2003
DE 2823255	A	06-12-1979	DE 2823255 A1 06-12-1979 JP 1422158 C 29-01-1988 JP 54155310 A 07-12-1979 JP 62030285 B 01-07-1987 US 4392352 A 12-07-1983
DE 10062184	C	04-07-2002	DE 10062184 C1 04-07-2002 WO 0248520 A1 20-06-2002 EP 1346137 A1 24-09-2003 US 2003000212 A1 02-01-2003
JP 2001280144	A	10-10-2001	KEINE
US 3963367	A	15-06-1976	KEINE
DE 3605958	A	03-09-1987	DE 3605958 A1 03-09-1987